

특 1998-079828

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)(51) Int. Cl.
H01L 21/88(11) 공개번호 특 1998-079828
(43) 공개일자 1998년 11월 25일

(21) 출원번호	특 1998-006906
(22) 출원일자	1998년 03월 03일
(30) 우선권주장	64108 1997년 03월 18일 일본 (JP)
(71) 출원인	미쓰비시 덴끼 가부시키가이샤 히다오카타마치 일본국 도오교도 지요다구 마루노우찌 2쵸메 2-3 (72) 발명자 모리 타케시 일본국 도오교도 지요다구 마루노우찌 2쵸메 2-3 미쓰비시 덴끼 가부시키가 이샤 나미 후카다 테츠오 일본국 도오교도 지요다구 마루노우찌 2쵸메 2-3 미쓰비시 덴끼 가부시키가 이샤 나미 하세가와 마키코 일본국 도오교도 지요다구 마루노우찌 2쵸메 2-3 미쓰비시 덴끼 가부시키가 이샤 나미 도요다 요시히코 일본국 도오교도 지요다구 마루노우찌 2쵸메 2-3 미쓰비시 덴끼 가부시키가 이샤 나미 (74) 대리인 미화익

심사청구 : 있음

(54) 반도체 장치

요약

절연층1에 설정된 트랜치2내에, 기초층3을 개재하여 Cu배선층4을 형성하고, 이 Cu배선층4위에 밀착층5을 형성한다. 이 밀착층5 위에 캡층6을 형성함으로써, 절연층에 형성된 트랜치내에 매립되는 Cu배선상에 형성되는 캡층의 박리를 억제할 수가 있다.

대표도

도 1

발명자

도면의 간단한 설명

- 도 1은 본 발명의 실시의 형태 1에서의 반도체 장치의 배선구조를 나타내는 단면도.
 도 2~도 6은 도 1에 표시되는 배선구조 제조공정의 제 1~제 5 공정을 나타내는 단면도.
 도 7은 본 발명의 실시의 형태 1에서의 배선구조가 적용된 반도체 장치(DRAM)의 부분단면도.
 도 8은 본 발명의 실시의 형태 2에서의 반도체 장치의 배선구조를 나타내는 단면도.
 도 9는 도 8에 표시되는 배선구조의 변형예를 나타내는 단면도.
 도 10은 본 발명의 실시의 형태 3에서의 반도체 장치의 배선구조를 나타내는 단면도.
 도 11a는 도 10에 표시되는 배선구조의 제조공정의 제 1공정을 나타내는 단면도.
 도 11b는 도 11a에서의 트랜치의 측벽상단코너부를 확대한 도면.
 도 12는 도 10에 표시되는 배선구조 제조공정의 제 2공정을 나타내는 단면도.
 도 13은 도 10에 표시되는 배선구조의 변형예를 나타내는 단면도.
 도 14는 종래의 반도체 장치에서의 배선구조의 일례를 나타내는 단면도.
 도 15~도 18은 도 14에 표시되는 배선구조 제조공정의 제 1공정을 나타내는 단면도.

도면의 주요부분에 대한 부호의 설명

- | | |
|-------------------|-----------------------|
| 1, 12a, 12b : 절연층 | 2, 11a, 11b, 23 : 트렌치 |
| 2a : 측벽상단코너부 | 3, 19 : 기초층 |
| 3a : TiN층 | 4, 20 : Cu배선층 |
| 4a : Cu층 | 5, 21 : 밀착층 |
| 5a : Ti층 | 6, 22 : 캡층 |
| 6a : TiW층 | 7 : 리세스부 |
| 8 : 반응층 | |

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 반도체 장치에 관계되는 것이고, 특히, 절연층에 형성된 트렌치내에 매립되며, Cu를 포함하는 재질에 의해 구성되는 배선층을 가지는 반도체 장치에 관한 것이다.

반도체 장치의 고집적화 및 고속화에 대한 요구는 점점 더 높아지고 있고, 이러한 고집적화 및 고속화에 대응하기 위해서, 배선재료에 대해서도 여러가지의 검토가 이루어지고 있다. 특히, 배선폭이 0.15 μ m 정도 이하인 세대에서는, 배선재료로서 사용할 수 있는 것이 매우 한정되어 온 것으로 생각된다. 이러한 재료 중에서, 최근 Cu를 배선재료로서 이용하는 일이 제안되고 있다.

도 14에는 Cu를 배선재료로서 사용하는 경우의 배선구조의 일례가 표시되어 있다. 이 도 14에 표시되는 배선구조는, 소위 「대머신(Damascene)방식」이라고 불리는 방식을 사용한 배선프로세스에 의해 형성된 것이다. 대머신방식에 대해서는, 예를들면, 월간 Semiconductor world 1995, 12 「대머신방식」을 이용한 배선프로세스, 등에 기재되어 있다.

도 14에 표시된 바와 같이, 절연층1에는 트렌치2가 형성되어 있고, 이 트렌치2내에 기초층3을 개재하여 Cu배선층4이 형성된다. 이 Cu배선층4의 상면을 덮도록 캡층6이 형성되어 있다. 이 캡층6은, 예를 들면 TiW층에 의해 구성되고, Cu배선층4의 상면의 산화를 억제하는 기능을 가진다. 이러한 캡층6을 가짐으로써 Cu배선층4의 상면의 산화가 효과적으로 억제되고, Cu배선층4의 저항상승등의 특성열화를 효과적으로 억제하는 일이 가능해진다.

이와 같이 캡층6을 형성하는 것에 대해서는, 예를 들면, 신학기보(信學技報) TECH NICAL REPORT OF IEICE, SDM96-169(1996-12) 「TiW으로 씌운 대머신 Cu배선」 등에 기재되어 있다.

다음에, 도 15~도 18을 사용하여, 도 14에 표시되는 배선구조의 제조방법에 관해서 설명한다. 도 15~도 18은, 도 14에 표시되는 배선구조의 제조공정의 제 1공정~제 4공정을 나타내는 단면도이다.

도 15를 참조하여, 사진제판기술 및 에칭기술등을 사용하여 절연층1에 트렌치2를 형성한다. 다음에, 도 16에 표시된 바와 같이, CVD(Chemical Vapor Deposition)법등을 이용하여 TiN층3a를 형성하고, 이 TiN층3a위에 스퍼터링법등을 사용하여 Cu층4a를 형성한다.

다음에, 상기한 Cu층4a와 TiN층3a에 CMP(Chemical Mechanical Polishing)처리를 시행한다. 그것에 의하여, 절연층1의 표면을 노출시키고 동시에 트렌치2내에만 Cu 층을 남긴다. 그 결과, 도 17에 표시된 바와 같이, 트렌치2내에 기초층3과 Cu배선층4이 각각 형성된다.

다음에, 도 18에 표시된 바와 같이, 스퍼터링법등을 사용하여, TiW층 6a를 형성한다. 그리고, 이 TiW층 6a에 CMP 처리를 시행한다. 이상의 공정을 거쳐서, 도 14에 표시되는 배선구조를 얻을 수 있게 된다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

상기한 바와 같이 캡층6a를 형성함으로써 Cu배선층4의 상면의 산화를 억제하는 것이 가능해지지만, 본원의 발명자가 도 14에 표시되는 배선구조를 시작한 바, 상기한 캡층6과 Cu배선층4의 계면에서 박리가 생기는 경우가 있는 것을 확인하였다. 이 박리의 하나의 요인으로서, Cu 배선층4과 캡층6의 밀착강도가 약하다는 것을 생각할 수 있다. 또한, 본원의 발명자는, 상기한 박리가 캡층6의 둘레에서 생기기 쉬운 것도 확인하였다. 이에 의해 캡층6의 둘레부분에서 어떠한 응력이 집중하여, 이 응력집중도 상기한 박리의 한 가지 원인이 될 수 있는 것으로 생각된다.

캡층6과 Cu 배선층4의 계면에서 상기한 바와 같은 박리가 생기는 것에 의해, Cu배선층4의 상면이 산화되고, Cu배선층4의 저항상승등의 특성열화가 염려된다. 그리고, 이러한 Cu배선층4의 특성열화에 의해, 수율의 저하나 배선수명의 저하를 초래하게 된다.

본 발명은 상기와 같은 과제를 해결하기 위해 이루어진 것이다. 본 발명의 목적은 Cu배선층4의 표면으로 부터의 박리를 억제하는 데에 있다.

본 발명에 관계되는 반도체 장치는, 하나의 국면에서는 절연층과, 배선층과, 밀착층과, 캡층을 구비한다. 절연층에는 트렌치가 형성되고, 이 트렌치내에 기초층을 개재해서 배선층이 매립된다. 이 배선층은 Cu를 포함하는 재질에 의해 구성된다. 밀착층은 배선층을 덮도록 트렌치내에 형성되고, 캡층은 밀착층을 덮도록 트렌치내에 형성된다. 여기에서 상기의 기초층은, 절연층의 가운데에의 배선층재료의 확산방지기능 및

배선층과 절연층의 밀착층으로서의 기능을 가진다. 또, 밀착층은 배선층과 캡층의 쌍방의 밀착강도가 크고, 양자를 굳게 접속하는 기능을 가진다. 또, 캡층은, 내산화성을 가지고, 배선층이 산화되는 것을 억제하는 기능을 가진다.

또한, 상기 밀착층은, 바람직하게는 캡층과의 밀착강도가 배선층과 캡층의 밀착강도보다도 크고, 또 산화물의 성장속도가 배선층에서의 그것보다도 작은 재질에 의해 구성된다.

또, 상기한 캡층과 배선층의 사이에, 밀착층과 배선층을 반응시킴으로써 반응층을 형성하는 것이 바람직하다.

또, 상기와 같이 반응층을 형성하는 경우에는, 배선층상에 위치하는 밀착층을 모두 반응층으로 변환해도 된다.

본 발명에 관계되는 반도체 장치는, 다른 국면에서는 절연층과 배선층과 캡층을 구비한다. 절연층에는 트렌치가 형성되고, 이 트렌치내에 기초층을 개재해서 배선층이 매립된다. 이 배선층은 Cu를 포함하는 재질에 의해 구성된다. 캡층은 배선층을 덮도록 트렌치내에 형성된다. 그리고 트렌치의 측벽상단 코너부에는, 이 코너부를 동글게 하는 처리가 실시된다. 예를 들면, 상기 절연층이 실리콘산화막에 의해 구성되는 경우에는, 트렌치가 형성된 후의 절연층에, 불산제를 이용한 라이트에칭처리를 실시한다. 이러한 처리가 실시됨으로써, 트렌치 측벽상단 코너부는 동글게 되고, 이 동글게 된 트렌치의 측벽상단 코너부위에 상기한 캡층의 돌레부분이 연재된다.

또, 상기한 트렌치의 측벽상단코너부는, 2~20nm의 곡률반경을 가지는 곡면에 의해 구성되는 것이 바람직하다. 이 때, 상기한 바와 같이 2~20nm 범위내의 것이면, 다른 곡률반경을 가지는 곡면을 연결함으로써 트렌치의 측벽상단 코너부가 구성되어도 된다.

발명의 구성 및 작용

이하, 도 1~도 11을 이용하여 본 발명의 실시의 형태에 관해서 설명한다.

(실시의 형태 1)

먼저, 도 1~도 7을 이용하여 본 발명의 실시의 형태 1에 관해서 설명한다. 도 1은 본 발명의 실시의 형태 1에서의 배선구조를 나타내는 단면도이다.

도 1을 참조해서, 실리콘산화막등으로 된 절연층1에는 트렌치2가 형성되어 있다. 트렌치2의 개구폭은 예를 들면 0.18μm 정도이고, 트렌치2의 깊이D는 0.3μm 정도이다. 또, 트렌치2의 아스펙트비율은 1~1.5 정도라고도 된다.

트렌치2내에는 예를 들면, TiN등으로 된 기초층3이 형성된다. 이 기초층3의 두께 t1은, 예를 들면, 10nm 정도이다. 이 기초층3 위에는 Cu배선 층4이 형성된다. 이 Cu배선 층4의 두께 t2는 예를 들면 200nm 정도이다. 또, Cu 배선층4의 대신에 Cu-Zr, Cu-Ti, Cu-Al등을 사용하는 것도 가능하다.

Cu배선층4 및 기초층3을 덮도록 밀착층5이 형성된다. 이 밀착층5은, 밀착층5 위에 형성되는 캡층6과, Cu 배선층4의 밀착강도를 높이기 위해 형성되는 것이고, 밀착층5과 Cu배선층4의 밀착강도가 Cu배선층4와 캡층6의 밀착강도보다도 크고, 또 산화물의 성장속도가 Cu배선층4에서의 그것보다도 작은 재질에 의해 구성되는 것이 바람직하다. 그것에 의해, Cu 배선층4과 캡층6의 접속강도를 증대 예보다도 높이는 것이 가능해짐과 동시에, Cu배선층4의 상면이 산화되는 것도 효과적으로 억제하는 것이 가능해진다.

상기한 밀착층5의 재질로서는, Ti, TiN, Cr, Al, AlCu, AlSiCu 등을 들 수가 있다. 또한, 이 밀착층5의 두께 t3는, 3~50 nm 정도인 것이 바람직하다. 이러한 두께로 함으로써, 상술한 바와 같은 효과를 기대할 수 있다.

캡층6은, 이 경우에 TiN에 의해 구성된다. 이 캡층6은, 도 1에 표시된 바와 같이, 밀착층5을 덮도록 트렌치2내에 매립된다. 또한, 이 캡층6의 두께 t4는, 예를 들면 30 nm~77 nm 정도이다. 이러한 두께로 함으로써, 캡층6의 내산화성을 확보하는 일이 가능해진다.

상기한 바와 같은 밀착층5을 형성함으로써, 캡층6의 박리를 효과적으로 억제하는 것이 가능해질 것으로 생각된다. 본원의 발명자는 이것을 입증하기 위해, 밀착층5을 형성한 경우에 캡층6의 박리가 생기는가 아닌가의 평가를 행하였다. 그 평가결과가 표 1에 표시되어 있다. 또, 표 1에서는, 밀착층5으로서 Ti층을 형성한 경우가 표시되고 있다.

[표 1]

구조	CMP시의 TiWN 층에 대한 스트레스	
	스트레스大(연마레이트大:약400nm/min.)	스트레스小(연마레이트小:약100nm/min.)
TiN/Cu/TiWN	배선엣지부에서박리	배선엣지부에서부분적인박리있음
TiN/Cu/TiWN	박리없음	박리없음
TiN/Cu/Ti/TiWN (엣처리 있음)	박리없음	박리없음

표 1에 표시된 바와 같이, 밀착층5으로서 기능하는 Ti층을 형성한 경우에는, CMP 뒤의 캡층(TiWN층)에 대

한 스트레스의 대소에 관계 없이 박리가 생기고 있지 않은 것을 알 수 있다. 이에 의해 밀착층5를 형성함으로써 캡층6의 박리를 효과적으로 억제하는 것이 가능해질 것으로 생각된다. 또, 밀착층5으로서 Ti층, 이외의 상기 재질을 사용한 경우에도 같은 결과를 얻을 수 있을 것으로 추측 관할된다. 또, 표 1에는, 밀착층5를 형성한 뒤에 열처리를 시행한 것에 관해서도 기재되어 있지만, 이것에 대해서는 후술하기로 한다.

다음에 도 2~도 6를 이용하여, 도 1에 표시되는 배선구조의 제조방법에 관해서 설명한다. 도 2~도 6은 도 1에 표시되는 배선구조 제조공정의 제 1공정~제 5공정을 나타내는 단면도이다.

도 2를 참조하여, 예를 들면 사진제판기술과 드라이에칭기술을 사용하여, 트렌치2를 형성한다. 이 트렌치2의 치수에 관해서는 상술한 바와 같다.

다음에, 예를 들면 CVD법등을 사용하여, 트렌치2내에서 절연층1위에 연재하는 바와 같이, 10nm 정도의 두께에 TiN층3a를 형성한다. 이 TiN층3a위에, CVD법 또는 스퍼터링법을 사용하여, 400nm 정도 두께의 Cu층4a를 형성한다.

다음에, 상기한 Cu층4a와 TiN층3a에 CMP처리를 시행한다. 이 CMP 처리는, 예를 들면 알루미늄베이스의 슬러리를 사용하여 행해도 된다. 그리고, 절연층1의 주표면이 노출할 때까지 CMP 처리를 행한다. 그 결과, 도 4에 표시된 바와 같이, Cu배선층4와 기초층3이 형성되고 동시에, 이들의 위에 리세스부7가 형성된다. 이 리세스부7의 깊이는, 후 공정에서 형성되는 밀착층5와 캡층6의 두께의 합이 되도록 선정되고, 이 경우라면, 예를 들면 80nm 정도이다. 또, 리세스부7의 깊이는 50~80 nm 정도로 비교적 작은 값으로 설정되는 것이 바람직하다. 그것에 의해 Cu배선층4의 단면적의 감소를 억제할 수 있고, 배선저항의 상승을 억제할 수 있다.

다음에, 도 5에 표시된 바와 같이, 예를 들면 스퍼터링법등을 사용하여, 200nm 정도의 두께로 Ti층5a를 형성한다. 그리고, 이 Ti층5a에 CMP처리를 실시한다.

그것에 의해, 도 6에 표시된 바와 같이, 트렌치2내에 매립할 수 있도록 밀착층5를 형성하는 것이 가능해진다. 다음에, 다시 스퍼터링법등을 사용하여, TiWN층6a를 200 nm 정도의 두께로 형성한다. 그리고, 이 TiWN층6a에도 CMP처리를 시행한다. 이 경우에도, 알루미늄베이스의 슬러리를 사용한 CMP처리를 행해도 된다. 이상의 공정을 거쳐서, 도 1에 표시되는 배선구조를 얻을 수 있게 된다.

또, 상기한 Ti층5a와 TiWN층6a를 순차 형성하여, 이를 적층구조에 CMP 처리를 시행하는 것이라도 상관없다.

다음에, 도 7을 사용하여, 본 실시의 형태 1에서의 배선구조의 적용예에 관해서 설명한다. 도 7은, 상기한 실시의 형태 1에서의 배선구조가 적용된 반도체 장치의 일례를 나타내는 단면도이다. 구체적으로는, 상기한 실시의 형태 1의 배선구조가 적용된 DRAM(Dynamic Random Access memory)의 일부가 도 7에 표시되어 있다.

도 7을 참조하여, 실리콘 기판10의 주표면에는 채널영역을 규정하는 바와 같이 불순물확산영역14a, 14b가 형성된다. 이 불순물확산영역14a, 14b의 양측에는 트렌치11a, 11b가 형성된다. 트렌치11a, 11b내에는 절연층12a, 12b를 개재하여 폴리실리콘층13a, 13b가 각각 형성된다.

상기한 채널영역위에는 게이트절연층15를 개재하여 게이트전극16이 형성된다. 이 게이트전극16을 덮도록 실리콘 기판10의 주표면위에는 실리콘산화물등으로 된 층간절연층18a이 형성된다. 이 층간절연층18a에는, 불순물확산영역14a, 14b에 도달하도록 콘택홀11c, 11d이 형성된다. 콘택홀11c, 11d내에는, 웨딩으로 된 플러그전극17a, 17b가 형성된다.

층간절연층18a을 덮도록 층간절연층18b이 형성된다. 이 층간절연층18b에는 트렌치23가 형성되고, 이 트렌치23내에는 TiN등으로 된 기초층19이 형성된다. 이 기초층19위에는 Cu배선층20이 형성되고, 이 Cu배선층20 위에는 밀착층21이 형성된다. 그리고, 이 밀착층21 위에는, TiWN으로 된 캡층22이 형성된다. 캡층22을 덮도록 층간절연층18b 위에는 층간절연층18c이 형성된다. 또, 이 층간절연층18c 내에도 Cu배선층이 형성되어도 되지만, 그 도시와 설명은 생략한다.

(실시의 형태 2)

다음에, 도 8과 도 9를 사용하여, 본 발명의 실시의 형태 2에 관해서 설명한다.

도 8은 본 발명의 실시의 형태 2에서의 배선구조를 나타내는 단면도이다. 도 9는 도 8에 표시되는 배선구조의 변형예를 나타내는 단면도이다.

도 8을 참조하여 본 실시의 형태 2에서는, 밀착층5와 Cu배선층4의 사이에 반응층8이 형성되어 있다. 이 반응층8이란 Cu배선층4과 밀착층5를 구성하는 원소의 상호확산에 의해 형성된 층이며, 이러한 반응층8을 형성함으로써 상기한 실시의 형태 1의 경우보다도 더 밀착층5와 Cu배선층4의 접속강도를 높이는 일이 가능해진다. 그 결과, 캡층6의 박리를 상기한 실시의 형태 1의 경우보다도 더 효과적으로 억제하는 것이 가능해진다.

상기한 반응층8의 형성방법으로서, 밀착층5에 예를 들면 Ti에 의해 구성되는 경우에는, 200℃~400℃ 정도의 온도에서, 진공 또는 불활성가스 분위기내에서의 30분 정도의 열처리를 함으로써 형성이 가능하다.

다음에, 도 9를 사용하여 도 8에 표시되는 배선구조의 변형예에 관해서 설명한다. 도 9를 참조하여, 본 변형예에서는 밀착층5를 형성한 뒤에 시행되는 상기한 열처리에 의해, Cu배선층4 위에 위치하는 밀착층5이 전부 반응층8으로 변환되어 있다. 이 경우에도 상기한 경우와 마찬가지로, 실시의 형태 1의 경우보다도 더 효과적으로 캡층6의 박리를 억제하는 일이 가능해진다. 또, 본 변형예에서는 Cu배선층4 위에 위치하는 밀착층5를 전부 반응층8으로 변환할 필요가 있기 때문에, 밀착층5의 두께에 따른 적절한 열처리조건이 선택된다.

(실시의 형태 3)

다음에, 도 10~도 13을 사용하여 본 발명의 실시의 형태 3와 그 변형예에 대해서 설명한다. 도 10은 본 발명의 실시의 형태 3에서의 배선구조를 나타내는 단면도이다.

도 10을 참조하여, 본 실시의 형태 3에서는, 트렌치2의 측벽상단코너부2a가 둥그렇게 되고, 이러한 둥그렇게 된 트렌치2의 측벽상단 코너부2a 위에 연재하도록 캡층6이 형성되어 있다. 종래 예의 문제점으로서 이미 지적한 바와 같이, 캡층6의 둘레부분에서 박리가 생기기 쉽다고 하는 관찰결과가 얻어져서, 이것으로 캡층6의 둘레부분에서 어떠한 응력집중이 생기기 쉬운 것이 아닌가라고 추측할 수 있다.

그래서, 본 발명의 발명자는 캡층6의 둘레부분에서의 응력집중을 완화하기 위해서, 도 10에 표시된 바와 같이, 트렌치2의 측벽상단코너부2a를 둥그렇게 하고, 이 위에 캡층6의 둘레부분을 연재시키도록 하였다. 그에 의해, 캡층6의 둘레부분과 절연층1과의 접촉면적을 종래보다도 증대시킬 수가 있고, 그에 의해 응력집중을 완화하는 것이 가능해진다고 생각된다. 그 결과, 종래예에서 문제점으로 되어 있던 캡층6의 박리를 효과적으로 억제하는 일이 가능해진다고 생각된다.

다음에, 도 11~도 12를 사용하여, 본 실시의 형태 3에서의 배선구조의 제조방법에 대해서 설명한다. 도 11~도 12는, 본 실시의 형태 3에서의 배선구조 제조공정의 제 1공정~제 2공정을 나타내는 단면도이다.

도 11a를 참조하여, 상기한 실시의 형태 1의 경우와 같은 공정을 거쳐서 트렌치2를 형성한 뒤, 트렌치2의 측벽상단코너부2a를 둥글게 하는 처리를 시행한다.

예를 들면, 절연층1이 실리콘산화막인 경우에는, 플루오르화 수소산계를 사용한 라이트에칭을 행한다. 그에 의해, 트렌치2의 측벽상단코너부2a가 엷지 효과에 의해 둥글게 된다.

도 11b에는, 트렌치2의 측벽상단 코너부2a의 확대도가 나타난다. 있지만, 측벽상단코너부2a는 소정의 곡률반경 r을 가지는 곡면에 의해 구성되는 것이 바람직하다. 그리고, 이 곡률반경 r은 2~20nm 정도의 것이 바람직하다. 그것은, 곡률반경 r이 2nm보다 작을 경우에는 실현이 매우 곤란해지고, 곡률반경 r이 20 nm를 넘을 경우에는 인접하는 배선사이의 간격이 커져서 미세화에 지장을 초래한다고 생각되기 때문이다. 이로 인해, 곡률반경 r이 2~20nm의 범위에서는 실현이 가능하고, 미세화를 하는데도 거의 문제가 되지 않을 것으로 생각된다.

또, 도 11b에는, 일정한 곡률반경 r을 가지는 곡면에 의해, 상기 코너부2a가 구성된 경우에 대해서 나타내었지만, 다른 곡률반경 r을 가지는 곡면을 가진 것이라도 상관없다. 또, 미시적으로 보면 곡면에 의해 구성되어 있다고는 할 수 없어도 전체적으로 보아서 곡면으로서 인식할 수 있는 것도 상기한 「곡면」의 개념에 포함된다.

다음에, 도 12를 참조하여, 상기한 실시의 형태 1의 경우와 같은 방법으로 Cu배선층4와 기초층3을 형성하고, 그 위에, 스퍼터링법등을 사용하여 200nm정도 두께의 Ti WN층 6a를 형성한다. 그리고, 상기한 실시의 형태 1의 경우와 마찬가지로 Ti WN층6a에 CMP 처리를 시행한다. 그에 의해 도 10에 표시된 바와 같이, 트렌치2내에 트렌치2의 측벽상단코너부2a 위에 연재하도록 캡층6을 형성하는 것이 가능해진다.

다음에 도 13을 사용하여, 본 실시의 형태 3의 변형예에 대해서 설명한다. 도 13에 표시된 바와 같이, 본 변형예에서는 캡층6과 Cu배선층4의 사이에 밀착층5이 형성되어 있다. 그것에 의해 상기한 실시의 형태 1의 경우보다도 더 캡층6의 박리를 억제하는 것이 가능해진다고 생각된다. 또, 본 변형예에서도, 상기한 실시의 형태 2의 경우와 같은 반응층8을 형성해도 된다.

이상과 같이, 본 발명의 실시의 형태에 대해서 설명을 했지만, 이번에 개시된 실시의 형태는 모든 점에서 예시이고 제한적인 것이 아니라고 생각해야 할 것이다. 본 발명의 범위는 특허청구의 범위에 의해서 나타나고, 특허청구의 범위와 균등한 의미 및 범위내에서의 모든 변경이 포함되는 것이 의도된다.

발명의 효과

이상 설명한 바와 같이, 본 발명에 관계되는 반도체 장치의 하나의 국면에서는, 배선층위에 밀착층이 형성되고, 이 밀착층위에 캡층이 형성된다. 밀착층으로서, 캡층 및 배선층의 밀착강도가 큰 재질이 선택되기 때문에, 밀착층의 존재에 의해 캡층의 박리를 효과적으로 억제하는 일이 가능해진다. 그에 의해, 캡층의 박리에 기인하여 배선층의 상면이 산화되는 것을 효과적으로 억제하는 일이 가능해지며, 배선결함의 발생을 효과적으로 억제하는 것이 가능해진다.

그 결과, 종래보다도 수율을 향상시키는 일이 가능해짐과 동시에, 배선수명도 향상시킬 수가 있게 된다.

또, 상기한 밀착층이, 해당 밀착층과 배선층의 밀착강도가 배선층과 캡층의 밀착강도보다도 크고, 또 산화물의 성장속도가 배선층에서의 그것보다도 작은 재질에 의해 구성된 경우에는, 캡층의 박리를 효과적으로 억제할 수 있을 뿐만 아니라, 이러한 밀착층의 존재에 의해 배선층의 상면이 산화되는 것도 억제하는 것이 가능해진다.

또, 캡층과 배선층 사이에, 밀착층과 배선층을 반응시키는 것에 의한 반응층을 형성한 경우에는, 이 반응층이 배선층의 재료와 밀착층의 재료의 상호확산에 의해 형성되기 때문에, 상기한 경우보다도 더욱 효과적으로 캡층의 박리를 억제하는 일이 가능해진다.

또, 상기한 밀착층은 전부 반응층으로 변환되어도 되며, 이 경우에도 밀착층과 배선층 사이에 반응층이 형성된 경우와 마찬가지로, 효과적으로 캡층의 박리를 억제하는 것이 가능해진다.

(5) 청구의 범위

청구항 1

트렌치가 형성된 절연층과, 상기 트렌치내에 기초층을 개재하여 매립되고 Cu를 포함하는 재질에 의해 구성되는 배선층과, 상기 배선층을 덮도록 상기 트렌치내에 형성된 밀착층과, 상기 밀착층을 덮도록 상기

트렌치내에 형성된 캡층을 구비한 것을 특징으로 하는 반도체 장치.

청구항 2

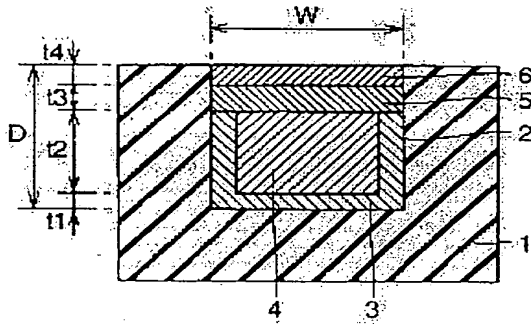
제 1 항에 있어서, 상기 밀착층은 상기 배선층과의 밀착강도가 상기 배선층과 상기 캡층의 밀착강도보다도 크고, 또 산화물의 성장속도가 상기 배선층에서의 그것보다도 작은 재질에 의해 구성되는 것을 특징으로 하는 반도체 장치.

청구항 3

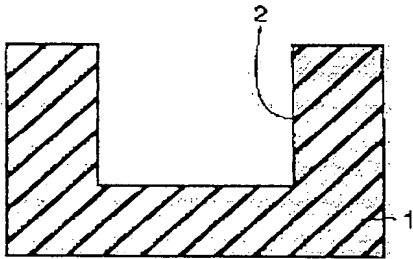
트렌치가 형성된 절연층과, 상기 트렌치내에 기초층을 개재하여 매립되고, Cu 를 포함하는 재질에 의해 구성되는 배선층을 구비하고, 상기 트렌치의 측벽상단 코너부에는 해당 코너부를 둥글게 하는 처리가 시행되며, 상기 배선층을 덮도록 상기 트렌치내에 캡층이 형성되고, 상기 캡층의 둘레부분은 상기 코너부를 둥글게 하는 처리가 실시되는 것에 의해 둥글게 된, 상기 트렌치의 측벽상단 코너부위에 연재하는 것을 특징으로 하는 반도체 장치.

도면

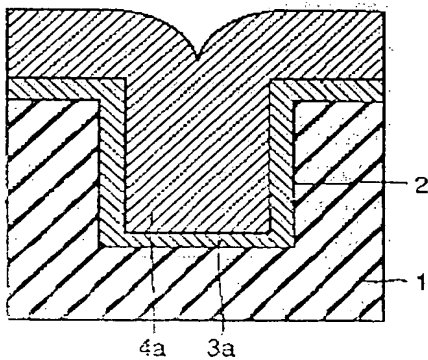
도면1



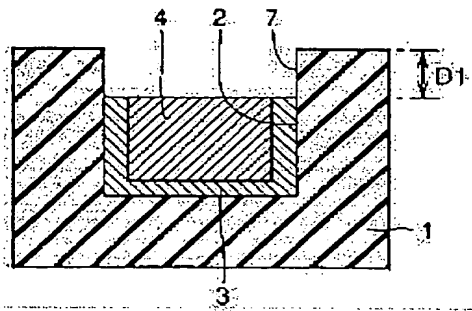
도면2



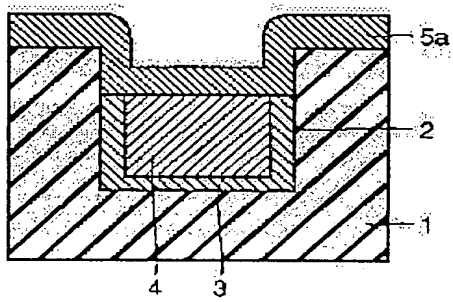
도면3



도 4



도 5



도 6

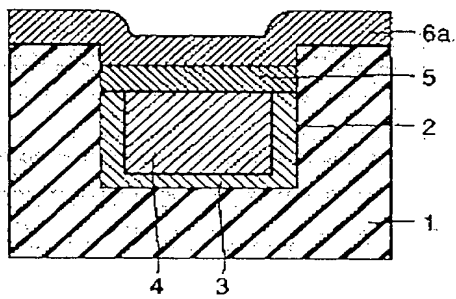


図 17

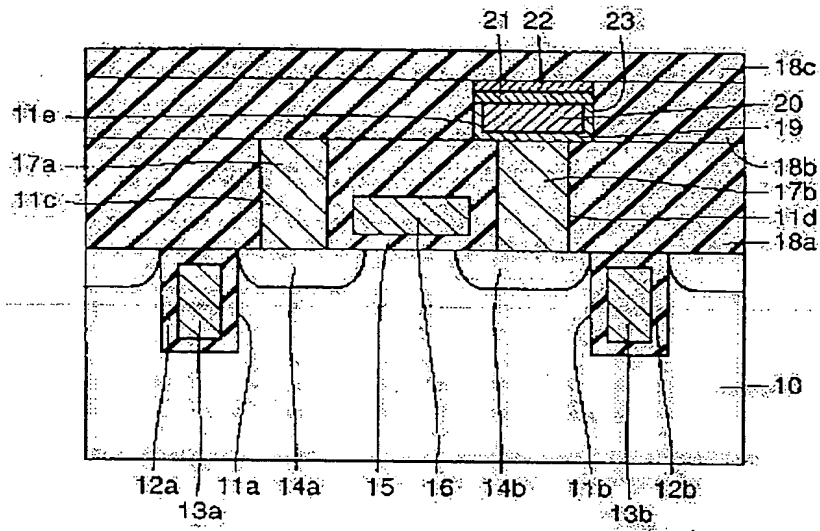


図 18

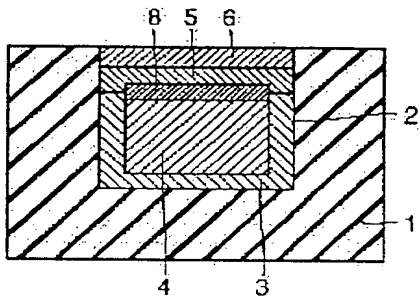
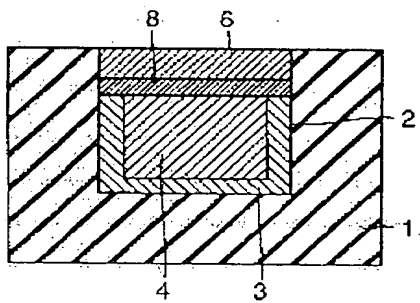
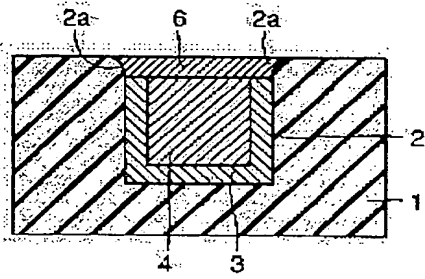


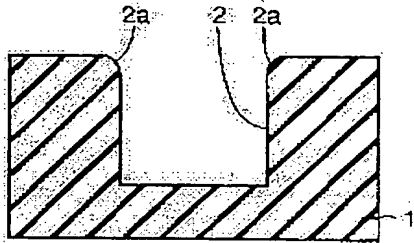
図 19



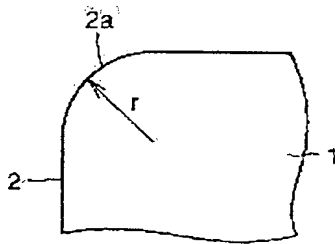
도면10



도면11

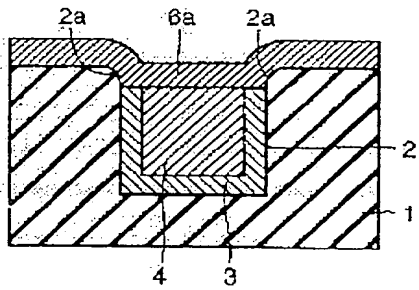


(a)

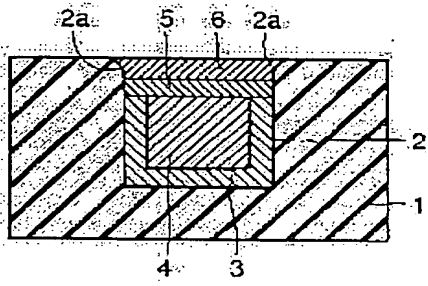


(b)

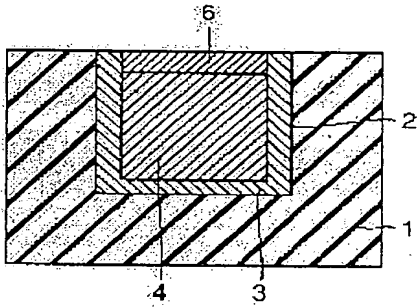
도면12



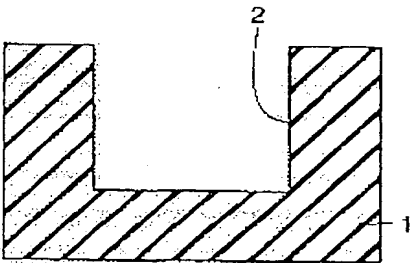
도면 13



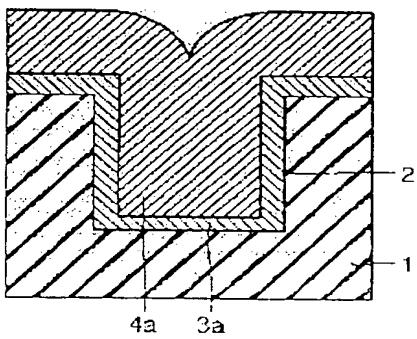
도면 14



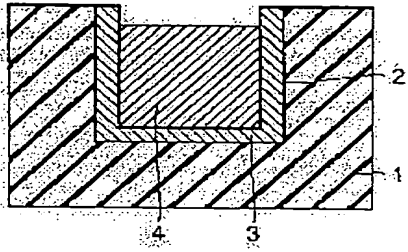
도면 15



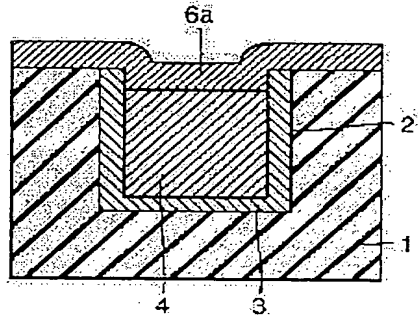
도면 16



도면 17



도면 18



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ BLACK BORDERS

☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☒ FADED TEXT OR DRAWING

☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

☐ SKEWED/SLANTED IMAGES

☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☐ GRAY SCALE DOCUMENTS

☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.